

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月28日

出願番号

Application Number:

特願2002-249782

[ST.10/C]:

[JP2002-249782]

出願人

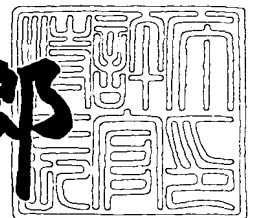
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 2月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3007455

【書類名】 特許願

【整理番号】 020828SNP1

【提出日】 平成14年 8月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 15/62

【発明の名称】 障害物検出装置及びその方法

【請求項の数】 7

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
研究開発センター内

 【氏名】 中井 宏章

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
研究開発センター内

 【氏名】 服部 寛

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
研究開発センター内

 【氏名】 武田 信之

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝
研究開発センター内

 【氏名】 小野口 一則

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号

 【氏名又は名称】 株式会社東芝

【代理人】

 【識別番号】 100059225

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区備後町1丁目7番10号 ニッセイ
備後町ビル9階 蔦田内外国特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔦田 璋子

【電話番号】 06-6271-5522

【選任した代理人】

【識別番号】 100076314

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区備後町1丁目7番10号 ニッセ
イ備後町ビル9階 蔦田内外国特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔦田 正人

【電話番号】 06-6271-5522

【選任した代理人】

【識別番号】 100112612

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区備後町1丁目7番10号 ニッセ
イ備後町ビル9階 蔦田内外国特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 哲士

【電話番号】 06-6271-5522

【選任した代理人】

【識別番号】 100112623

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区備後町1丁目7番10号 ニッセ
イ備後町ビル9階 蔦田内外国特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 富田 克幸

【電話番号】 06-6271-5522

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008589

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 障害物検出装置及びその方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 2 個の撮像装置によって予め設定された共通の検出領域を撮影し、
前記検出領域に障害物があるか否かを判定する障害物検出装置において、
前記各撮像装置からの画像が入力する画像入力手段と、
前記入力された 2 個の画像間における前記検出領域中の対応点の組を複数求める対応検出手段と、
前記各撮像装置の平行な光軸を含む基本平面と、前記求めた複数の対応点を含む検出面との傾斜角に対応する斜度を算出する斜度算出手段と、
前記検出面の斜度が所定値よりも大きいときに障害物が存在すると判定する結果判定手段と、
を有する
ことを特徴とする障害物検出装置。

【請求項 2】

前記斜度算出手段は、
前記傾斜角を前記基本平面と前記検出面のピッチ角とし、前記画像間の対応点の対応関係を示すアフィン変換行列のパラメータ、または、パラメータから求められる一意の値を斜度とする
ことを特徴とする請求項 1 の障害物検出装置。

【請求項 3】

前記斜度算出手段は、
前記複数の対応点の組の上下方向の位置と視差に基づく連立式を解くことにより、前記斜度を求める
ことを特徴とする請求項 2 の障害物検出装置。

【請求項 4】

前記斜度算出手段は、

複数の対応点の組の座標値を、前記座標値が満たす式について投票空間に投票することにより前記斜度を求める

ことを特徴とする請求項 1 の障害物検出装置。

【請求項 5】

前記斜度算出手段は、

前記複数の対応点の組が複数存在し、これら組の中で前記斜度の大きな値を算出する対応点の組のみを障害物として検出する

ことを特徴とする請求項 1 の障害物検出装置。

【請求項 6】

少なくとも 2 個の撮像装置によって予め設定された共通の検出領域を撮影し、前記検出領域に障害物があるか否かを判定する障害物検出方法において、

前記各撮像装置からの画像が入力する画像入力ステップと、

前記入力された 2 個の画像間における前記検出領域中の対応点の組を複数求める対応検出ステップと、

前記各撮像装置の平行な光軸を含む基本平面と、前記求めた複数の対応点を含む検出面との傾斜角に対応する斜度を算出する斜度算出ステップと、

前記検出面の斜度が所定値よりも大きいときに障害物が存在すると判定する結果判定ステップと、

を有する

ことを特徴とする障害物検出方法。

【請求項 7】

少なくとも 2 個の撮像装置によって予め設定された共通の検出領域を撮影し、前記検出領域に障害物があるか否かを判定する障害物検出方法をコンピュータによって実現するプログラムにおいて、

前記各撮像装置からの画像が入力する画像入力機能と、

前記入力された 2 個の画像間における前記検出領域中の対応点の組を複数求める対応検出機能と、

前記各撮像装置の平行な光軸を含む基本平面と、前記求めた複数の対応点を含

む検出面との傾斜角に対応する斜度を算出する斜度算出機能と、

前記検出面の斜度が所定値よりも大きいときに障害物が存在すると判定する結果判定機能と、

を実現する

ことを特徴とする障害物検出方法のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主として自動車の安全運転支援や自動走行を実現したり、道路の車両通行数の計数や車両の走行状態を監視するために、車両に搭載あるいは道路上方に設置された複数のカメラを用い、カメラの振動や道路の傾斜の変化等のため道路平面と各カメラとの相対的な位置や姿勢の関係が刻々と変化する場合においても、カメラ前方の走行車両、駐車車両、歩行者等、道路上に存在する障害物を、車両走行上の障害とならない路面上の白線や標識、ペイント、汚れ、路側物の影といったテクスチャから区別して検出するための障害物検出装置及びその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

道路上に存在する障害物を検出する方法としては、ソナーやレーダー、レンジファインダといった能動センサを用いる方法と、可視光TVカメラや赤外線カメラといった受動センサを使う方法がある。

【0003】

能動センサは、様々な目的において物体の位置を計測するのに使われており、その有用性は広く知られるところであるが、道路上の他車両といった自車両の走行に障害となる物を検出する目的においては、検出分解能が低い、計測範囲が十分に取れない、道路上の障害物以外のものを誤検出する、走行レーンを検知できないため障害とならない路側の物体を誤って検出する、といった問題がある。したがって、これらの問題点を解決できるよう、TVカメラ等の受動センサを用い

た画像解析による高度な障害物検出技術の実現が望まれている。

【 0 0 0 4 】

車両に搭載されたTVカメラ等からの画像を解析することにより道路面上の障害物を検出する方法は、概して画像の輝度パターン情報から障害物を検出したり走行レーンを認識したりするものであると言える。カメラ1台の画像からでも、灰色でテクスチャの少ない部分を切り出すといったことにより走行レーンを検出することは可能ではある。

【 0 0 0 5 】

しかし、実際には道路に似た輝度やパターンを持つ障害物も多いため、誤検出の少ない実用性の高いものの実現は難しい。

【 0 0 0 6 】

これに対し、複数のカメラを用いて障害物や走行レーンを検出する方法があり、一般にステレオ視による方法と言われる。

【 0 0 0 7 】

ステレオ視においては、三角測量の原理で検出対象領域の3次元情報を得ることができるので、より高精度な障害物検出やレーン検出の実現が期待されるが、対応点探索が一般には一意に解けない、またその計算コストが非常に大きいという問題がある。この対応点探索とは、複数のカメラ画像間に映っている、実世界での同一点を見つけることをいう。

【 0 0 0 8 】

この点について、特許文献1や特許文献2といった方法では対応点探索を行う必要がなく、障害物検出の実現には有用である。この方法について以下で説明する。

【 0 0 0 9 】

いま、左右2つのカメラが道路を撮すように設置されているとする。道路面上の点の右左カメラ画像への投影点を、各々 (u, v) 、 (u', v') とすれば

【数 1】

$$u' = \frac{h_{11}u + h_{12}v + h_{13}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}}, \quad v' = \frac{h_{21}u + h_{22}v + h_{23}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}} \quad (1)$$

という関係式が成り立つ。

【0 0 1 0】

【数 2】

$$h = (h_{11}, h_{12}, h_{13}, h_{21}, h_{22}, h_{23}, h_{31}, h_{32}, h_{33}) \quad (2)$$

は、各右左カメラの道路平面に対する位置と姿勢、カメラのレンズ焦点距離や画像原点に依存するパラメータである。h は、予め道路平面上の 4 点以上の右左画像への投影点 (u_i, v_i) , (u_i', v_i') ($i = 1, 2, \dots, N$) だけから求めることができる。この関係式を用いて、右画像上の任意の点 P (u, v) が道路平面上にあると仮定した場合の左画像上の対応点 P' (u', v') を求める。点 P が真に道路面上に存在すれば、点 P と P' とが正しい対応点の組となるので、2 点の画素あるいは近傍領域の輝度あるいは特徴が一致する。逆に、点 P と P' の輝度が異なる場合には、点 P は障害物領域に属すると判定することができる。この方法は、式 (1) のみから直接、画像上の任意の点の道路面からの高さの有無を判定可能であり、右左画像間での対応点探索が不要である。

【0 0 1 1】

この方式を車両の前方障害物検出に用いる場合、自車両が比較的平坦な道路を低速で走行している場合には h は略一定とみなすことができ、一度求めた h を用いて正しく障害物を検出することができる。

【0 0 1 2】

ここで、前記対応検出部の動作について、図 3 から図 5 を用いて説明する。

【 0 0 1 3 】

対応検出部の動作は、第 1 の撮像装置にて撮影された第 1 の画像を、第 2 の撮像装置の視点から見える画像に変換した画像を得ることである。この変換に使用されるパラメータは、複数の撮像装置と道路平面が典型的な幾何学的関係を保つようにして（例えば、傾きのない道路面に静止した車両を配置した場合）予め 1 回だけ求めたものであり、車両の走行中等障害物検出が行われている時には変更されないものとする。

【 0 0 1 4 】

このパラメータの算出方法は、特許文献 1 に基づく。この方法を以下で説明する。

【 0 0 1 5 】

今、図 3 に示すように、2 台のカメラ a, b が設置されている。道路面上には、カメラの光軸方向に略伸びた 2 本の平行な白線があり、これらを 1, 1' とする。2 台のカメラ a, b の互いの位置や姿勢の関係は障害物検出装置にとっては未知、エピポーラ拘束のみが既知であり、障害物検出装置動作中ではカメラ a, b の相対的な位置や姿勢、エピポーラ拘束は変化しないものとする。このエピポーラ拘束とは、一般的なステレオ画像に対して成り立つ拘束条件であり、図 4 に示す通り、カメラ b にて撮影された画像（右画像）上の任意の点 P は、カメラ b により撮影された画像（左画像）上の対応点 P' を含む所定の直線上に存在するよう拘束される状態をいう。この直線をエピポーララインという。例えば、各カメラの光軸を互いに平行になるように配置した場合には、右画像の任意の点 P の対応点は、右画像上では同一走査線上に存在するため、エピポーララインは走査線と一致することになる。エピポーラ拘束は、ステレオカメラ間の相対的な位置や姿勢の関係と、各カメラの内部パラメータ（レンズの焦点距離、画像原点等）に依存するため、エピポーラ拘束が不変であることは、ステレオカメラの相対的な位置関係や内部パラメータが（障害物検出装置の動作中ないしはそれを搭載した車両の走行中に）変化しないことを意味する。このエピポーラ拘束は、以下に示す式（3）のとおり定式化される。

【 0 0 1 6 】

【数 3】

$$(u, v, 1)F(u', v', 1)^T = 0 \quad (3)$$

ここで、 (u, v) は右画像上の任意の点 P であり、 (u', v') は左画像上の P の対応点である。 F は 3×3 の行列であり、基礎行列と呼ばれる。式 (3) を展開すると次の式 (4) のように表せる。

【 0 0 1 7】

【数 4】

$$(F_{11}u + F_{12}v + F_{13})u' + (F_{21}u + F_{22}v + F_{23})v' + (F_{31}u + F_{32}v + F_{33}) = 0 \quad (4)$$

ここで、 F_{ji} ($i, j = 1, 2, 3$) は、行列 F の j 行 i 列の要素であり、複数の対応点から求めることができる。また、式 (4) は右画像上の点 $P(u, v)$ に対応するエピポーララインを表している。行列 F の 9 つの要素は全て独立ではなく、理論的には 7 つの対応点から求めることができる。各対応点の組の 3 次元位置は不要なので、行列 F すなわちエピポーラ拘束の算出は比較的容易である。各画像における l, l' は、3 次元的には平行であるものの、左右のカメラが撮影した画像上では平行ではない。図 5 に示す通り、各画像での l, l' は消失点と呼ばれる無限遠方の点で交差する。次に、道路面上の対応点同士の間になり立つ関係を求める。図 5 に示すように、右画像において、直線 l 上の任意の点を P_1, P_3 、直線 l' 上の任意の点を P_2, P_4 、とする。これらの 4 点の左画像上での対応点 P_1', P_2', P_3', P_4' を、予め求めておいたエピポーラ拘束を用いて算出することができる。つまり、点 P_1 の対応点 P_1' は、左画像上において直線 l と点 P_1 のエピポーラライン L_1 との交点に一致する。同様に P_2', P_3', P_4' についても、各点 P_2, P_3, P_4 のエピポーラライン L_2, L_3, L_4 と直線 l あ

るいは直線 l' との交点として求めることができる。点 P_i ($i = 1, 2, 3, 4$) の座標を (u_i, v_i) 、点 P_i' ($i = 1, 2, 3, 4$) の座標を (u_i', v_i') とする。 (u_i, v_i) と (u_i', v_i') の間には

【数 5】

$$u_i' = \frac{h_{11}u_i + h_{12}v_i + h_{13}}{h_{31}u_i + h_{32}v_i + h_{33}}, \quad v_i' = \frac{h_{21}u_i + h_{22}v_i + h_{23}}{h_{31}u_i + h_{32}v_i + h_{33}} \quad (i = 1, 2, 3, 4) \quad (5)$$

なる関係式が成り立つ。これら 8 つの方程式を

【数 6】

$$h = (h_{11}, h_{12}, h_{13}, h_{21}, h_{22}, h_{23}, h_{31}, h_{32}, h_{33}) \quad (6)$$

について解く。任意の 1 つの解 h が式 (5) を満たすなら、 k を定数として、 h の定数倍 kh も式 (5) を満たすことから、 $h_{33} = 1$ としても一般性を失わない。したがって、8 つの方程式から 9 つの要素からなる h を求めることができる。このようにして求められた h を用いることにより、左画像上の任意の点 $P(u, v)$ が道路面上に存在すると仮定した場合の右画像上の対応点 $P'(u', v')$ を

【数 7】

$$u' = \frac{h_{11}u + h_{12}v + h_{13}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}}, \quad v' = \frac{h_{21}u + h_{22}v + h_{23}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}} \quad (7)$$

のようにして求めることができる。

【0 0 1 8】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 2 9 3 6 9 3

【 0 0 1 9 】

【特許文献 2】

特開 2 0 0 1 - 7 6 1 2 8

【 0 0 2 0 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献 1 や特許文献 2 といった方法では、車両が屋外の一般の道路を走行する場合には、障害物検出装置の振動や道路の傾斜の変化等のため、道路平面と各カメラとの相対的な位置や姿勢の関係が刻々と変化する。よって、この方法は、車体の振動等により、白線や路面標識、その他ペイント、汚れ、路側物や車両の影といった道路面上のテクスチャ周辺に誤検出が多発するという問題点を抱えている。

【 0 0 2 1 】

上述のように、従来の TV カメラを利用する障害物検出装置では、使用環境が限定されていたり、装置の動作中や車両の走行中の振動によって各カメラと道路平面との相対的な位置や姿勢の関係が変化することにより生じる障害物検出精度の低下、具体的には路面上の白線や標識、ペイント、汚れ、影といった路面のテクスチャ周辺に誤検出が多発し、真の障害物検出精度が著しく悪くなるという問題点がある。

【 0 0 2 2 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、障害物検出装置がどのような道路に対して設置されていても、あるいは障害物検出装置の搭載された車両がどのような道路上を走行しても、真の障害物のみを正しく検出する障害物検出装置を提供することにある。

【 0 0 2 3 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明は、少なくとも 2 個の撮像装置によって予め設定された共通の検出領域を撮影し、前記検出領域に障害物があるか否かを判定する障害物検出装置において、前記各撮像装置からの画像が入力する画像入力手段と、前記入力さ

れた 2 個の画像間における前記検出領域中の対応点の組を複数求める対応検出手段と、前記各撮像装置の平行な光軸を含む基本平面と、前記求めた複数の対応点を含む検出面との傾斜角に対応する斜度を算出する斜度算出手段と、前記検出面の斜度が所定値よりも大きいときに障害物が存在すると判定する結果判定手段と、を有することを特徴とする障害物検出装置である。

【 0 0 2 4 】

請求項 2 の発明は、前記斜度算出手段は、前記傾斜角を前記基本平面と前記検出面のピッチ角とし、前記画像間の対応点の対応関係を示すアフィン変換行列のパラメータ、または、パラメータから求められる一意の値を斜度とすることを特徴とする請求項 1 の障害物検出装置である。

【 0 0 2 5 】

請求項 3 の発明は、前記斜度算出手段は、前記複数の対応点の組の上下方向の位置と視差に基づく連立式を解くことにより、前記斜度を求めることを特徴とする請求項 2 の障害物検出装置である。

【 0 0 2 6 】

請求項 4 の発明は、前記斜度算出手段は、複数の対応点の組の座標値を、前記座標値が満たす式について投票空間に投票することにより前記斜度を求めることを特徴とする請求項 1 の障害物検出装置である。

【 0 0 2 7 】

請求項 5 の発明は、前記斜度算出手段は、前記複数の対応点の組が複数存在し、これら組の中で前記斜度の大きな値を算出する対応点の組のみを障害物として検出することを特徴とする請求項 1 の障害物検出装置である。

【 0 0 2 8 】

請求項 6 の発明は、少なくとも 2 個の撮像装置によって予め設定された共通の検出領域を撮影し、前記検出領域に障害物があるか否かを判定する障害物検出方法において、前記各撮像装置からの画像が入力する画像入力ステップと、前記入力された 2 個の画像間における前記検出領域中の対応点の組を複数求める対応検出ステップと、前記各撮像装置の平行な光軸を含む基本平面と、前記求めた複数の対応点を含む検出面との傾斜角に対応する斜度を算出する斜度算出ステップと

、前記検出面の斜度が所定値よりも大きいときに障害物が存在すると判定する結果判定ステップと、を有することを特徴とする障害物検出方法である。

【 0 0 2 9 】

請求項 7 の発明は、少なくとも 2 個の撮像装置によって予め設定された共通の検出領域を撮影し、前記検出領域に障害物があるか否かを判定する障害物検出方法をコンピュータによって実現するプログラムにおいて、前記各撮像装置からの画像が入力する画像入力機能と、前記入力された 2 個の画像間における前記検出領域中の対応点の組を複数求める対応検出機能と、前記各撮像装置の平行な光軸を含む基本平面と、前記求めた複数の対応点を含む検出面との傾斜角に対応する斜度を算出する斜度算出機能と、前記検出面の斜度が所定値よりも大きいときに障害物が存在すると判定する結果判定機能と、を実現することを特徴とする障害物検出方法のプログラムである。

【 0 0 3 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施例について図 1、2 と図 6 ～ 1 4 を用いて説明する。

【 0 0 3 1 】

図 1 は、本実施例の障害物検出装置 1 0 の概略構成図である。

【 0 0 3 2 】

障害物検出装置 1 0 は、画像入力部 1 1 と、対応検出部 1 2 と、斜度算出部 1 3 と、結果判定部 1 4 とからなる。

【 0 0 3 3 】

そして、結果判定部 1 4 にて判定した結果、障害物があると判明すれば発報装置 1 0 2 にて運転者あるいは監視者に警報を与えても良い。また、障害物検出装置 1 0 が車両に搭載されている場合には車体制御手段 1 0 3 により制動をかける、操舵を行うといった車体制御を行っても良い。さらに、いずれの場合においても、通信装置 1 0 4 等の任意の装置へ結果を出力あるいは転送しても良い。

【 0 0 3 4 】

障害物検出装置 1 0 の画像入力部 1 1 と、対応検出部 1 2 と、斜度算出部 1 3 と、結果判定部 1 4 の各機能は、コンピュータに記憶されているプログラムによ

って実現する。

【 0 0 3 5 】

(1) 画像入力部 1 1

画像入力部 1 1 は、任意の複数の撮像装置 1 0 1 から画像を供給される。本実施例では、撮像装置 1 0 1 は複数の TV カメラ等の撮像装置からなり、例えば、車両に 2 箇所搭載される場合には図 2 に示すように自車両前部の左側と右側に取りつけられたり、道路上方に 2 箇所設置される場合には図 3 に示すように各カメラが道路の伸びている方向に向けて取り付けられる。そして、2 箇所の撮像装置 1 0 1 の光軸は、互いに平行である。

【 0 0 3 6 】

画像入力部 1 1 は、複数の撮像装置から出力される映像信号を逐次 A / D 変換し、画像入力部 1 1 内のメモリにデジタル画像あるいは画像列として蓄積する。そして、要求された任意時刻、任意領域の画像を次の対応検出部 1 2 に出力する。

【 0 0 3 7 】

(2) 対応検出部 1 2

対応検出部 1 2 は、画像入力部 1 1 に蓄積されている複数の撮像装置 1 0 1 にて得られた画像間において、対応点探索を行う。

【 0 0 3 8 】

この対応点探索とは、複数のカメラ画像間に映っている、実世界での同一点を見つけることをいう。本実施例においては、後段の斜度算出部 1 3 で斜度を算出するために対応点を用い、一般のステレオ画像処理での 3 次元構造復元を行わないため、対応点探索の厳密さは必要なく、計算量の少ない簡便な方法を用いることができる。

【 0 0 3 9 】

ここでは、画像入力部 1 1 に蓄積されている右カメラの画像（以下、右画像という）から、同じ時刻の左カメラの画像（以下、左画像という）への対応関係を求める場合について説明する。

【 0 0 4 0 】

(2-1) 右画像における特徴量の算出

まず、右画像の任意画素あるいは任意領域について、予め定められた特徴量を算出し、特徴量が高い画素あるいは領域を右画像での特徴点とすることができる。

【0041】

ここで「特徴量」とは、各画素あるいは任意領域において求めることが可能な任意の情報を示す。例を挙げるならば、画素の輝度値や色情報といった単純なものから、空間あるいは時間での微分あるいは積分結果、任意のフィルタの重畳結果、平均や分散といった統計量等、任意の物体検出あるいは領域分割処理を行った結果、及び結果から得られる領域の特徴量、動き量等、画像から算出可能な任意のスカラー量あるいはベクトル量を用いることが可能である。ここでは、画素位置での輝度勾配を特徴量として用いる場合について説明する。

【0042】

「輝度勾配」とは、画素近傍での輝度変化の度合いを示すものであり、画像中の物体や物体内の構造の境界領域で大きな値となる（単にエッジとも呼ばれる）。

【0043】

輝度勾配を求める方法としては、例えば Sobel オペレータのようなフィルタを画像に重畳する方法がある。

【0044】

Sobel オペレータを用いて単に画像縦方向の輝度勾配を求めるのであれば、画像 (x, y) における輝度値を $I(x, y)$ とした場合、縦方向の輝度勾配値 $D(x, y)$ は、フィルタのサイズを $2M+1$ として、

【数8】

$$D(x, y) = \sum_{i,j=-M..M} \text{sgn}(i) I(x+i, y+j) \quad \text{sgn}(i) = \begin{cases} -1 & (i < 0) \\ 0 & (i = 0) \\ 1 & (i > 0) \end{cases} \quad (8)$$

で求めることができる。この絶対値 $|D(x, y)|$ の値の大きい画素 (x, y) から任意数の画素を右画像での特徴点とする。あるいは、ある閾値 T_h について $|D(x, y)| > T_h$ を満たす画素 (x, y) を右画像での特徴点とする等により、右画像での特徴点を求めることができる。

【0045】

他の輝度勾配を求めるフィルタとしては、Laplacian, Robinson, Canny等様々なものがあり、どれを用いてもかまわない。公知の輝度勾配算出方法を含め、画像の特徴量を算出する方法は数多くあり、例えば非特許文献1（高木、下田監修、画像解析ハンドブック、東京大学出版会、ISBN4-13-061107-0）に詳しい。

【0046】

(2-2) 左画像中の対応点の算出

次に、右画像で求めた特徴点に対する左画像中の対応点を求める。

【0047】

画像中の任意画素あるいは任意領域の一致度を算出する方法は一般にマッチングと呼ばれ、代表的なものにテンプレートマッチングがある。これは、画像中の特徴点近傍領域をテンプレートとし、このテンプレートを画像の探索領域の任意場所に重ね合わせて、最もぴったりと合う場所を探すという方法である。

【0048】

(2-2-1) SADを用いる方法

最も簡便なSAD (Sum of Absolute Difference) を用いる方法では、テンプレート領域を K 、テンプレート画素の輝度値を $T(i, j)$ (本実施例では、右画像中で求めた特徴点近傍領域)、探索範囲中の画素の輝度値を $I(x, y)$ (本実施例では、特徴点に対して設定された左画像中の探索領域) とした場合、

【数9】

$$R(x, y) = \sum_{(i, j) \in K} |T(i, j) - I(x+i, y+j)| \quad (9)$$

を探索領域中の各画素 (x, y) について求め、 $R(x, y)$ が最小となる画素 (x, y) を対応点として求めることができる。

【0049】

ここで、図4で説明したように、一般に対応点はエピポーラライン上に存在することから、対応点の探索領域をエピポーラライン上に限定することができ、対応点探索の計算量を削減することができる。さらに、各カメラの光軸が互いに平行である場合にはエピポーララインは走査線と一致し、対応点探索はさらに容易である。

【0050】

(2-2-2) その他の方法

他に、対応点を求める方法としては、SSD (Sum of Squared Difference) を用いる方法や、残差逐次検定法、正規化相関係数法、構造マッチング法等、様々なものがあり、任意の方法を用いることが可能である。公知の方法については、前記した非特許文献1に詳しい。

【0051】

(2-2-3) 1個の特徴点について複数の対応点を算出する場合

また、右画像中の1個の特徴点について、左画像中で複数の対応点を求めても良い。

【0052】

つまり、SADを用いたテンプレートマッチングで対応点を求めた場合、 $R(x, y)$ が最小となる点 (x, y) だけを対応点とするのではなく、2番目に小さな値 $R(x', y')$ となる点 (x', y') も対応点とし、さらに3番目に小さな値 $R(x'', y'')$ となる点 (x'', y'') も対応点とする等である。

【0053】

すなわち、右画像中の1個の特徴点に対し左画像中の任意数の対応点を求めることができる。

【0054】

(2-2-4) その他の対応点探索

さらに、対応点探索は、原画像つまり輝度値画像について行えるだけでなく、

前記の任意の特徴量算出結果の画像に対しても行うことも可能である。

【0055】

(3) 斜度算出部 1 3

斜度算出部 1 3 は、対応検出部 1 2 によって得られた、左右の画像間における複数の対応点の組から、検出領域の 3 次元空間での面（以下、検出面という）の傾斜角に対応する斜度を求める。

【0056】

ここで、「傾斜角」とは、検出面の道路平面に対する傾斜角で、具体的には後から詳しく説明するが、道路平面に対するピッチ角であり、ヨー角とロール角は小さいとする。なお、道路平面は、2 個の撮像装置 1 0 1 のそれぞれ平行な光軸を含む平面（基本平面）とする。

【0057】

なお、傾斜角は、道路平面に対する傾きであり、水平面に対する傾きではない。したがって、撮像装置 1 0 1 を搭載した車両が、水平面に対して傾斜した道路面（すなわち、坂道）を走行していても、その道路面と平行な面の「傾斜角」は 0° である。

【0058】

ピッチ角とは、図 9 に示すように 2 個の撮像装置 1 0 1 に対して上下方向の傾斜角 θ であり、ヨー角とは左右方向の傾きであり（すなわち、道路が直線であればヨー角は 0° である）、ロール角とは光軸を中心とした傾きである（例えば、水平面であればロール角は 0° である）。

【0059】

そして、「傾斜角」と「斜度」とは異なる用語であり、傾斜角に対して斜度は単調変化する。この点についても後から説明する。

【0060】

(3-1) 斜度算出部 1 3 の理論

前記した特許文献 1、特許文献 2 及び非特許文献 2 (H. Hattori and A. Maki, Stereo without Depth Search and Metric Calibration, in proc. of

IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2000, pp. 177-184, 2000.) のAffine GP constraintによれば、2つのカメラの midpoint を原点としたときの道路面上の点の3次元座標について、カメラの光軸方向の座標値が画像上下左右方向の座標値に対して十分大きい場合（光軸方向を z 、画像左右方向を x 、画像上下方向を y とすると、 $z \gg x$, $z \gg y$ ）、ステレオ画像間での対応点の関係を表す式(7)はさらに簡単に表現することができる。

【0061】

すなわち、道路面上のある点が右画像に投影された点を $P(u, v)$ 、その左画像での対応点 $P'(u', v')$ とすると、その関係は

【数10】

$$\begin{pmatrix} u' \\ v' \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_u \\ t_v \end{pmatrix} \quad (10)$$

で表すことができる。

【0062】

ここで、 A は 2×2 のアフィン変換行列であり、 $(t_u, t_v)^T$ は平行移動を示すベクトルである。これらは、式(6)の h と同様にして、道路平面の3点以上の対応点の組から求めることができ、障害物検出を行う前に予め求めておけば、各カメラ間の位置や姿勢の関係が変わらない限り、一度求めた値を用いて障害物検出を行い続けることができる。

【0063】

さらに、両カメラが道路の消失点方向に向いており、カメラ光軸回りの回転が十分小さいとすると、 A は

【数 1 1】

$$A = \begin{pmatrix} 1 & \lambda \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (11)$$

で近似でき、アフィン変換行列 A は λ のみに依存したものとなる。

【0 0 6 4】

左右画像での対応点の画像横方向の位置ずれを視差と呼び、これを $d = u' - u$ とすれば、視差 d は画像座標 v のみに依存し、

【数 1 2】

$$d = \lambda v + t_0 \quad (12)$$

と簡単に表せる。

【0 0 6 5】

この関係を使って λ を局所的に推定する方法を考える。

【0 0 6 6】

いま、局所的な検出領域を決め、その基準点 o とし、この点の座標 v_0 からの変位 $v - v_0$ を新たに v とする。また、検出領域が平面あるいはその一部であると見なし、検出領域内での λ , v の変動 $\Delta \lambda$, Δv を考え、これらにより生じる視差を新たに d とすると、

【数 1 3】

$$d = \Delta \lambda v + \Delta d \quad (13)$$

と表せる。

【0067】

式(13)右辺の第一項 $\Delta \lambda \times v$ は v に依存する部分であり、第二項 Δd は Δv により生じるものの v に依存せず局所領域内で一定となる視差要素である。

【0068】

2つ以上の複数の対応点の組 $P_i (u_i, v_i)$, $P_i' (u_i', v_i')$ ($i=1 \cdots N$) が求められれば、 $\Delta \lambda$ と Δv を未知数として、視差 $d_i = u_i' - u_i$ と、そのときの v_i 値を式(13)に代入して得られる連立一次方程式を解くことにより、 λ の検出領域での変動値 $\Delta \lambda$ を求められる。この変動値 $\Delta \lambda$ が後から説明するように「斜度」となる。

【0069】

全ての特徴点が道路平面上にあれば、対応点の組の座標は式(10)を満たすはずであり、 $\Delta \lambda$ は0と略等しくなる。逆に、特徴点が道路面上になく障害物上にあるとすれば、式(10)は満たされず、 $|\Delta \lambda| > 0$ となる。

【0070】

以上から、 $\Delta \lambda$ を求めれば、これが検出領域中に障害物があるか否かを判定する指標となることがわかる。

【0071】

(3-2) 実例による説明

ここで、実例の模式図を用いて斜度算出部13の原理を説明する。

【0072】

(3-2-1) 変動値 $\Delta \lambda$ の算出

図6は、検出領域とする画像領域 R 及び R' が左右画像中に予め設定されており、その中に白線及び路面標識があつて障害物はない場合の模式図である。

【0073】

右画像領域 R 中に6つの特徴点 $P_1 \cdots P_6$ が見つかり、これらの対応点が、各特徴点につき1つずつ左画像領域 R' 中に $P_1' \cdots P_6'$ として求められている。

【0074】

同様に、図7に R 及び R' 内に障害物が存在する場合の R 内の特徴点と R' 内

での対応点を求めた結果の例を示す。

【0075】

まず、障害物がない場合の図6 R中の線分 $P_2 P_5$ と、 R' 中の対応する線分 $P_2' P_5'$ に注目し、これを拡大したものが図8中 s 及び s_1' であるとする。 s が $P_2 P_5$ 、線分 s_1' が $P_2' P_5'$ である。左領域 R' 中の線分 s' は、式(11)の近似のもとでアフィン変換式(10)によって s が変換されたものであるとする。画像中での線分 s' の傾きが s とは異なるのは、 $|\lambda|$ が0ではない大きな値を持つためである。実際には、基準点 o や消失点のずれといった外乱が加わり、 s' から一定値 Δd だけずれた位置にある s_1' に対応することになる。よって、特徴点と対応点 P_2 、 P_5 、 P_2' 、 P_5' の座標から得られる式(13)の連立式を解くと、 $\Delta\lambda$ が0と略等しくなる解を得る。

【0076】

これに対し、図7 R中の線分 $P_1 P_3$ と R' 中の対応する線分 $P_1' P_3'$ に注目し、これを拡大したものが図8中 s 及び s_2' であるとする。この場合、 s は道路平面上にないため、 s に対応する線分 s_2' は、 s をアフィン変換して得られる線分 s' とは異なった角度の線分となる。つまり、 s を s_2' に変換するには、線分上の各点を v に比例した量だけ横にずらすような変換が必要であり、 P_1 、 P_3 、 P_1' 、 P_3' の座標から式(13)を解けば、 $|\Delta\lambda| \gg 0$ なる $\Delta\lambda$ が求められることになる。この例で、障害物(前方車両)背面の凹凸がカメラからの距離に比べて十分に小さく、障害物面(すなわち、検出面)が平面でありカメラ光軸と略垂直に交差すると見なせるとすると、 s と s_2' は原画像上で略平行となり、 $\Delta\lambda$ が $-\lambda$ と略等しくなる(このとき A は単位行列)。

【0077】

以上で、検出領域にある検出面中に含まれる2個の対応点を結ぶ線分を用いて $\Delta\lambda$ を求める場合を説明した。

【0078】

(3-2-2) 障害物面の水平面からのピッチ角の算出

次に、式(13)の視差 d が特徴点の v 座標にのみ依存することを利用してアフィン変換パラメータを求めていることを考えると、これは検出領域が3次元空間内の何らかの平面、またはその一部（これが検出面である）であり、かつ、検出領域中の道路平面（すなわち、基本平面）、あるいは、障害物面の水平面（すなわち、基本平面）からのピッチ角を求めていることに等しい。なお、検出面は、ピッチ角以外の他のヨー角やロール角は十分に小さいと仮定している。

【0079】

これを図9及び図10で説明する。

【0080】

検出面のピッチ角は図9で言えば θ にあたる。ピッチ角 θ のみが変化するような場合に式(11)のような近似が適用でき、この場合、図10で言えば、式(10)は右画像中の矩形検出領域を左画像中の平行四辺形に変換することを意味する。矩形から平行四辺形への変換の歪みの大きさは、直接は $\lambda + \Delta\lambda$ の大きさに依存し、実世界での原因は θ の大きさである。図9のように道路前方の斜面上に路面標識があって、この路面標識周辺が検出領域となっている場合、道路が水平の場合と障害物のような垂直面の場合との中間状態の平行四辺形に変換され、 θ の大きさに応じて $\Delta\lambda$ も0から $-\lambda$ の中間の値が得られる。よって、式(13)の連立式を解くことにより、傾斜角 θ の大きさに対して単調変化する $\Delta\lambda$ が得られることがわかる。

【0081】

また、式(11)の近似により矩形を平行四辺形に変換するような関係を考えているのであるから、前記説明のように特徴点や対応点は直線上に並んでいる必要はなく、何らかの平面上に存在すれば良いことがわかる。

【0082】

よって、図6の例では、全ての特徴点と対応点の組 $P_1, \dots, P_6, P_1', \dots, P_6'$ から得られる式(13)の連立式を解くことにより、線分で求める場合に比べてより正確に $\Delta\lambda$ を求められる。図7のように凹凸のある障害物上に特徴点や対応点があっても、カメラからの距離が大きければ平面と見なすことができ、全ての特徴点と対応点を用いて検出面（図10においては障害物面であ

る)の傾斜角を近似的に求めることができる。

【0083】

以上より、 $\Delta \lambda$ は、検出面の傾斜角 θ に応じて求められる量であり、 $\Delta \lambda$ を斜度として次の結果判定部14へ送ることができる。

【0084】

なお、斜度としては、 $\Delta \lambda$ から求められる一意の値(例えば $|\Delta \lambda|$ 等)でもよい。

【0085】

(3-2-3) $\Delta \lambda$ の他の算出方法

一般に、検出領域中に特徴点が m 点得られ、各特徴点に対して最大 n 点の対応点が求まるのであれば、対応点の組は最大 $m \times n$ 個得られ、全ての組から得られる式(13)の連立式を解けば $\Delta \lambda$ を求められる。対応点の組が2つあれば前記連立式は解けるが、対応点の組が3つ以上の場合は連立式は冗長となる。よって、最小自乗法といった統計的な手法を用いることにより、より正確な $\Delta \lambda$ が求められると期待できる。

【0086】

また、ハフ変換といった方法を用いることにより、連立式を解かなくとも $\Delta \lambda$ を求めることが可能である。

【0087】

以下、図11及び図12を用いて説明する。

【0088】

式(13)の連立式を解くことは、式(13)を $\Delta d - \Delta \lambda$ 空間での直線と見なし、複数の対応点の組から得られる直線の交点を求めることである。

【0089】

図12のように、 $\Delta d - \Delta \lambda$ 空間を複数の矩形セルに分割し、直線がセルを通るときにセルの値を増加させるような処理を行う。このような処理を投票という。全ての直線に関して投票を行った結果、最大値となるセル位置を求めることにより $\Delta \lambda$ を求められる。この方法は、全ての直線が一点で交差しないような場合でも有効であり、複数の極大値が見つかった場合には最大値となるセル位置等か

ら $\Delta\lambda$ を求めることができる。

【0090】

また、図12右図に示すように、投票処理を行った後、ある値以上のセルについて横方向に加算してプロファイルを求める等により、 $\Delta\lambda$ の分布を求めることができる。これを斜度の分布として次の結果判定部14へ送ってもよい。

【0091】

(3-3) 検出領域が障害物と道路面とにまたがって設定された等の場合

ここで、図13に示すように検出領域が、障害物と道路面とにまたがって設定され、特徴点及び対応点も障害物上 (P_1 , P_3 , P_6 , P_1' , P_3' , P_6') と道路面上 (P_2 , P_4 , P_2' , P_4') との両方で検出されたり、対応点算出が一部間違ってしまった (P_5 , P_5') している場合について考える。

【0092】

$P_1 \cdots P_6$ 及び $P_1' \cdots P_6'$ の組から $\Delta\lambda - \Delta d$ 空間にひかれる直線が図14中の直線1…6であるとする、障害物上の対応点の組からひかれる直線群から得られる交点は $\Delta\lambda = -\lambda$ に近いところにあり、他の道路面上の対応点の組や誤対応の対応点の組から得られる直線の交点と区別することができる。

【0093】

また、障害物上にある対応点組の数が支配的であれば、ハフ変換における交点の投票値が高くなる。

【0094】

したがって、交点の位置が $\Delta\lambda = -\lambda$ に近い、あるいは交点の投票値が大きい、といった基準を用いることにより、障害物上に存在する対応点の組だけを他から区別することができ、図13の例で言えば P_1 , P_3 , P_6 , P_1' , P_3' , P_6' だけを障害物に属するとして区別して検出することができる。

【0095】

(4) 結果判定部14

結果判定部14は、斜度検出部13にて得られた傾斜面の斜度あるいはその分

布から、検出領域内に障害物があるか否かを判定する。

【0096】

斜度算出部13にて求められる $\Delta\lambda$ は、検出領域の傾斜面の斜度に応じて単調変化し、傾斜面が略水平であれば $\Delta\lambda$ は0に略等しく、傾斜面が垂直であれば $\Delta\lambda$ は $-\lambda$ と略等しくなる。

【0097】

したがって、最も簡単には、図9のような斜面を障害物無しとして許容できるように閾値を予め定めておき、 $\Delta\lambda$ を閾値と比較することにより障害物の有無が判定できる。

【0098】

例えば、ある閾値 t_h について、 $|\Delta\lambda| > t_h$ であれば障害物有りと判定する等である。

【0099】

また、斜度が分布として得られているのであれば、この分布を用いた統計的判別を行うことにより障害物有無を判定しても良い。

【0100】

例えば、図12右図において t_h より上の分布の面積を p_1 、下の分布の面積を p_2 とすれば、 $p_1 > p_2$ のとき障害物有りと判定する。

【0101】

また、分布を確率分布としてみれば、障害物有りの事後確率 p は $p_1 / (p_1 + p_2)$ 等で求めることができ、 $p > 0.5$ のとき障害物有りと判定しても良い。

【0102】

以上のように、斜度算出部13にて得られた傾斜面の斜度あるいはその分布から、任意の方法により障害物有無の判定を行うことができる。

【0103】

このようにして、車両に搭載あるいは道路上方に設置された複数のカメラを用い、カメラの振動や道路の傾斜の変化等のため道路平面と各カメラとの相対的な位置や姿勢の関係が刻々と変化する場合においても、車両走行上の障害とならな

い路面上の白線や標識、ペイント、汚れ、路側物の影といったテクスチャを誤検出することなく、カメラ前方の走行車両、駐車車両、歩行者等、道路上に存在する障害物だけを正しく検出でき、誤警報を発したり不要な車両制御を行うといった誤動作を大幅に減少させることができる。

【 0 1 0 4 】

(変更例 1)

なお、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、その主旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できることは言うまでもない。

【 0 1 0 5 】

例えば、本実施例の説明では検出領域は矩形としているが、検出領域は予め定められた任意の形状とすることができる。

【 0 1 0 6 】

(変更例 2)

左右カメラ画像での検出領域 R 、 R' は予め定められているとして説明を行ったが、特許文献 3 (特開 2 0 0 1 - 1 5 4 5 6 9) のような障害物検出方法を前処理として用い、この結果を用いて検出領域を設定しても良いし、如何なる走行レーン検出方法を用い、その結果から予め定められた方法によって検出領域を設定することも可能である。

【 0 1 0 7 】

(変更例 3)

検出領域が予め定められていなくても、左右カメラ画像中で位置を変えてスキャンすることにより、各スキャン位置において本実施例の操作を行えば、結果的に同様の障害物検出处置を行うことができる。

【 0 1 0 8 】

(変更例 4)

本実施例では右画像領域から左画像領域への変換を与える式として式 (10) ほか画像間の関係式や図を記載しているが、全て左画像から右画像への変換と読み替えることが可能である。

【 0 1 0 9 】

(変更例 5)

カメラ等撮像装置が2つのみの場合について説明を行ったが、撮像装置が3つ以上の場合であっても、任意の2つの撮像装置の組み合わせについて本実施例を適用することができ、この場合全ての撮像装置の組み合わせへの適用結果を統合することにより精度の高い障害物検出装置が実現できることが期待できる。

【0 1 1 0】

(変更例 6)

道路面は平面を仮定しているが、道路面が曲面である場合でも部分的に分割して平面と近似する等により本実施例を適用することができる。

【0 1 1 1】

(変更例 7)

本発明の目的も、自動車の安全運転支援や自動走行の実現、道路の車両通行数の計数や車両の走行状態の監視に限定されるものではなく、車両後方にカメラを設置すれば後方監視を行うことができる、航空機やヘリコプターに搭載すれば離着陸時の障害物検出が行える、産業用あるいは家庭用ロボットに搭載すれば自動走行等のための障害物検出や監視ができる等、様々な目的で 사용할 ことができる。

【0 1 1 2】

【発明の効果】

本発明によれば、障害物検出装置がどのような道路に対して設置されていても、あるいは障害物検出装置の搭載された車両がどのような道路上を走行しても、装置の動作中や車両の走行中の振動等による障害物検出精度の低下、具体的には路面上の白線や標識、ペイント、汚れ、影といった路面のテクスチャ周辺に誤検出が多発し、障害物検出の精度が著しく悪くなるという問題点を回避でき、真の障害物のみを正しく検出することができる等の実用上多大なる効果が奏せられる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例の障害物検出装置の概略構成図である。

【図 2】

車両に搭載された撮像装置の設置状態を示す模式図である。

【図 3】

道路平面と撮像装置の設置状態を示す模式図である。

【図 4】

任意の点のエピポーラ拘束を示す模式図である。

【図 5】

白線 1 及び 1' 上の点のエピポーラ拘束を示す模式図である。

【図 6】

障害物がない場合の検出領域画像を説明する模式図である。

【図 7】

障害物がある場合の検出領域画像を説明する模式図である。

【図 8】

検出領域上の線分上の視差を示す模式図である。

【図 9】

カメラ前方に傾斜がある場合を示す模式図である。

【図 1 0】

斜面上に路面標識がある場合の画像変換を示す模式図である。

【図 1 1】

斜度の算出方法を示す模式図である。

【図 1 2】

斜度算出時の投票方法を示す模式図である。

【図 1 3】

検出領域や対応点がずれた場合の対応点の組を示す模式図である。

【図 1 4】

検出領域や対応点がずれた場合の斜度算出を示す模式図である。

【符号の説明】

1 0 障害物検出装置

1 1 画像入力部

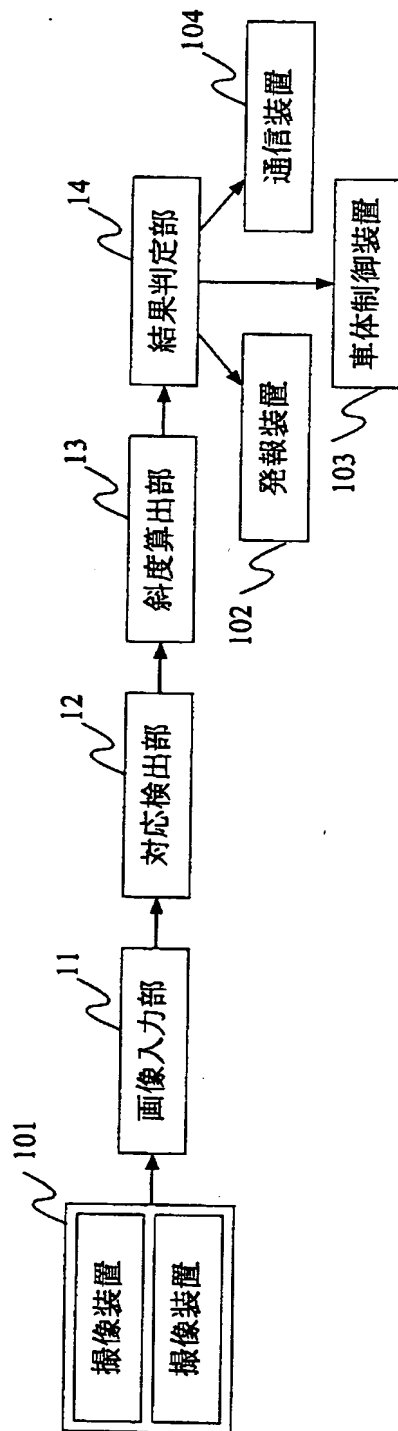
1 2 対応検出部

1 3 斜度算出部

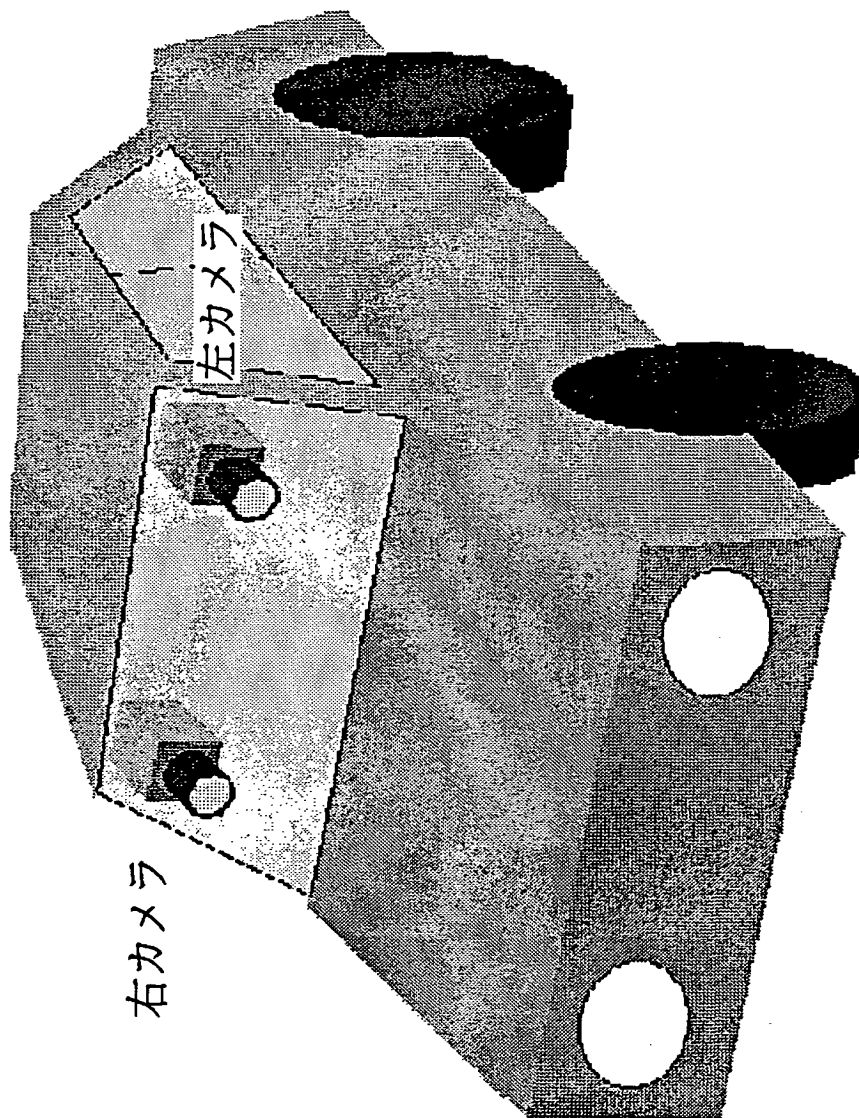
1 4 結果判定部

【書類名】 図面

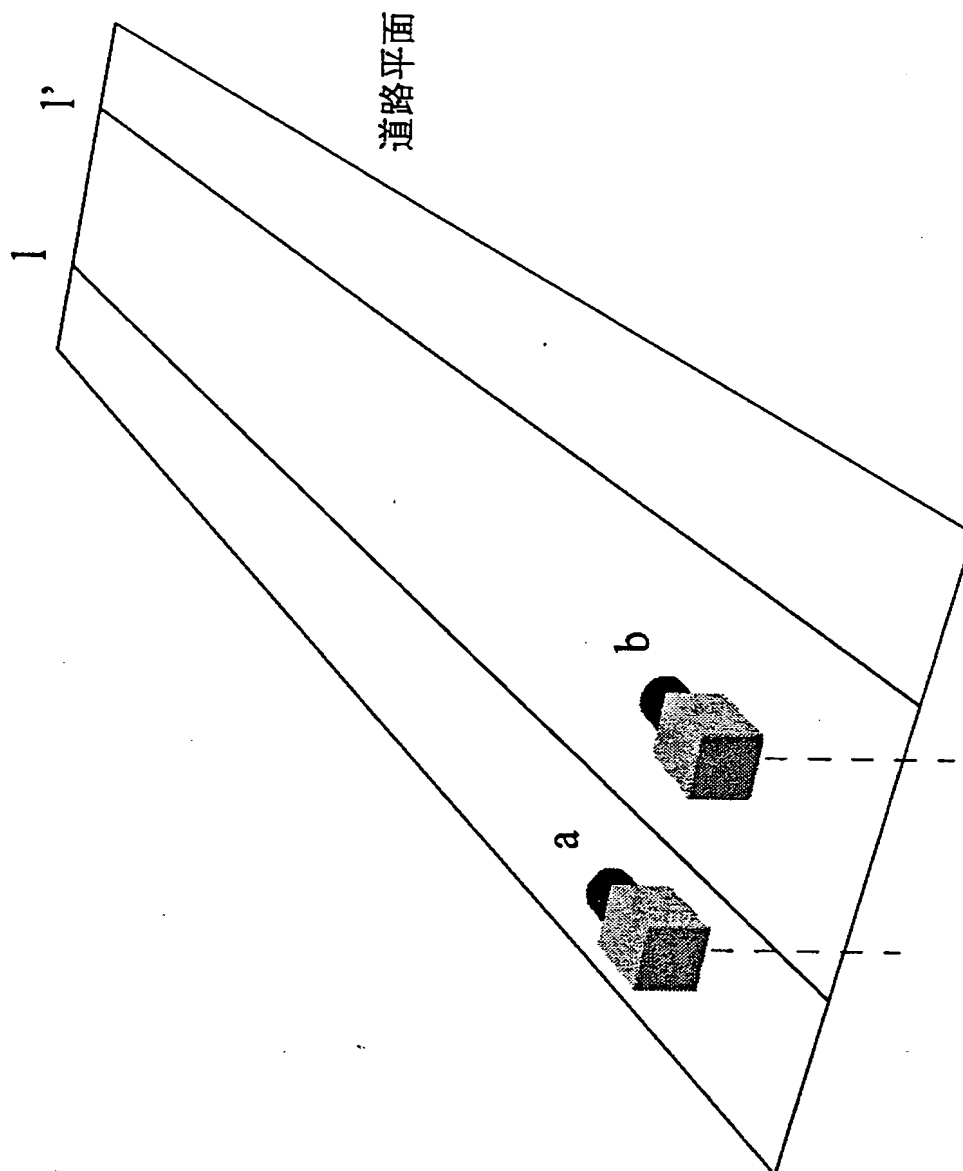
【図 1】



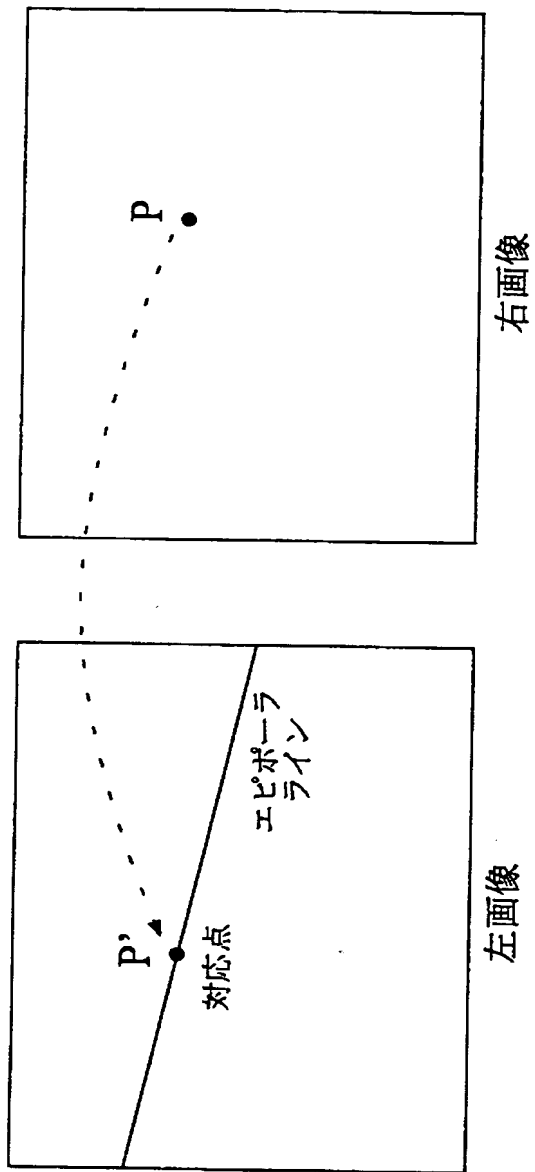
【図2】



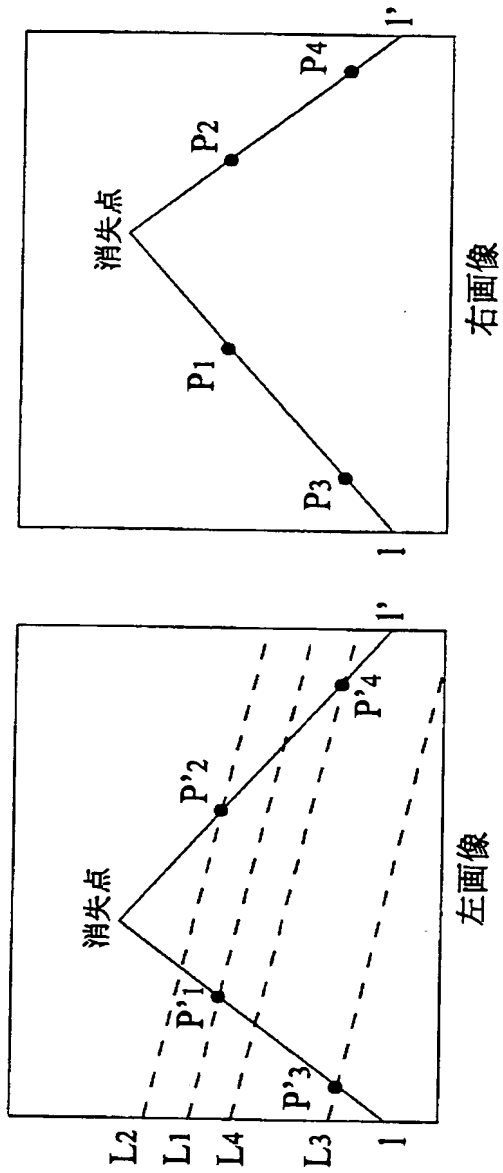
【図3】



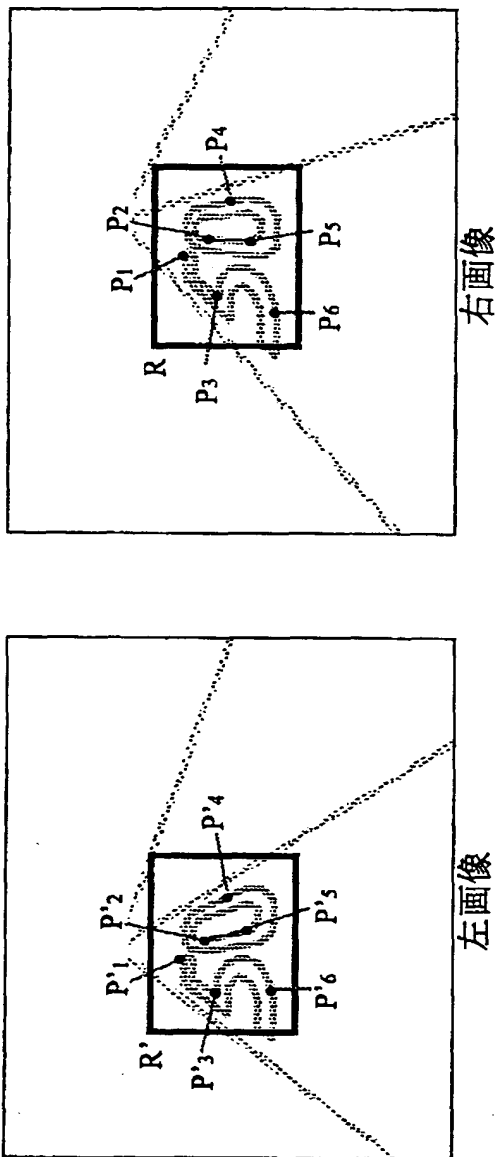
【図 4】



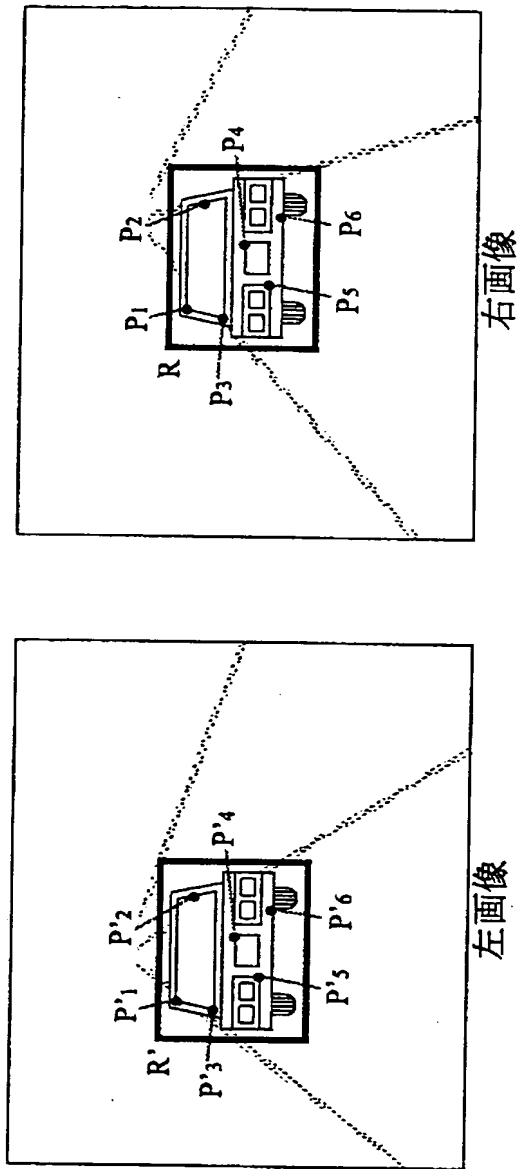
【图 5】



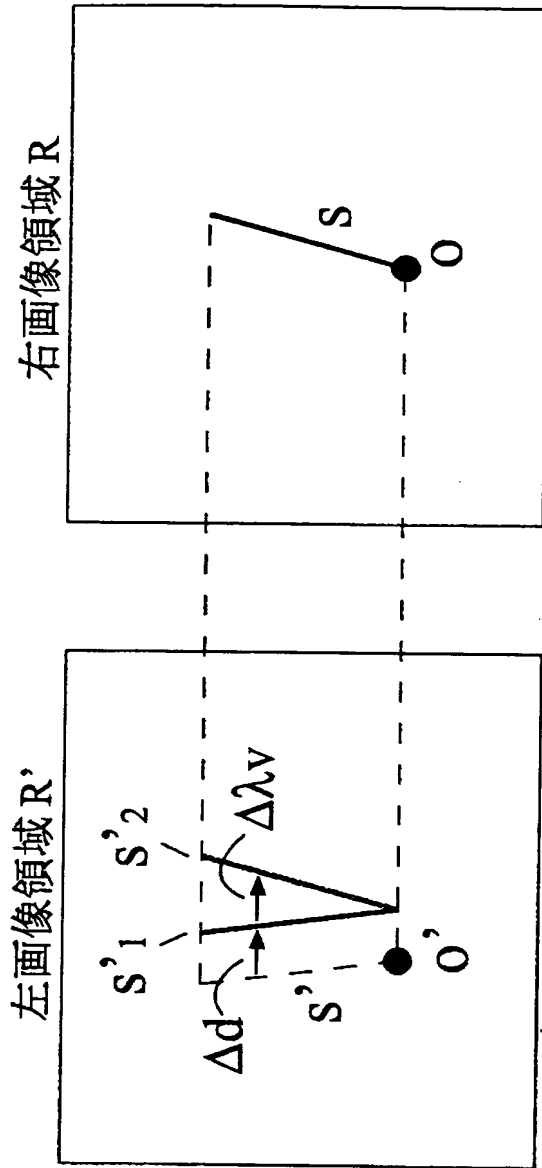
【図6】



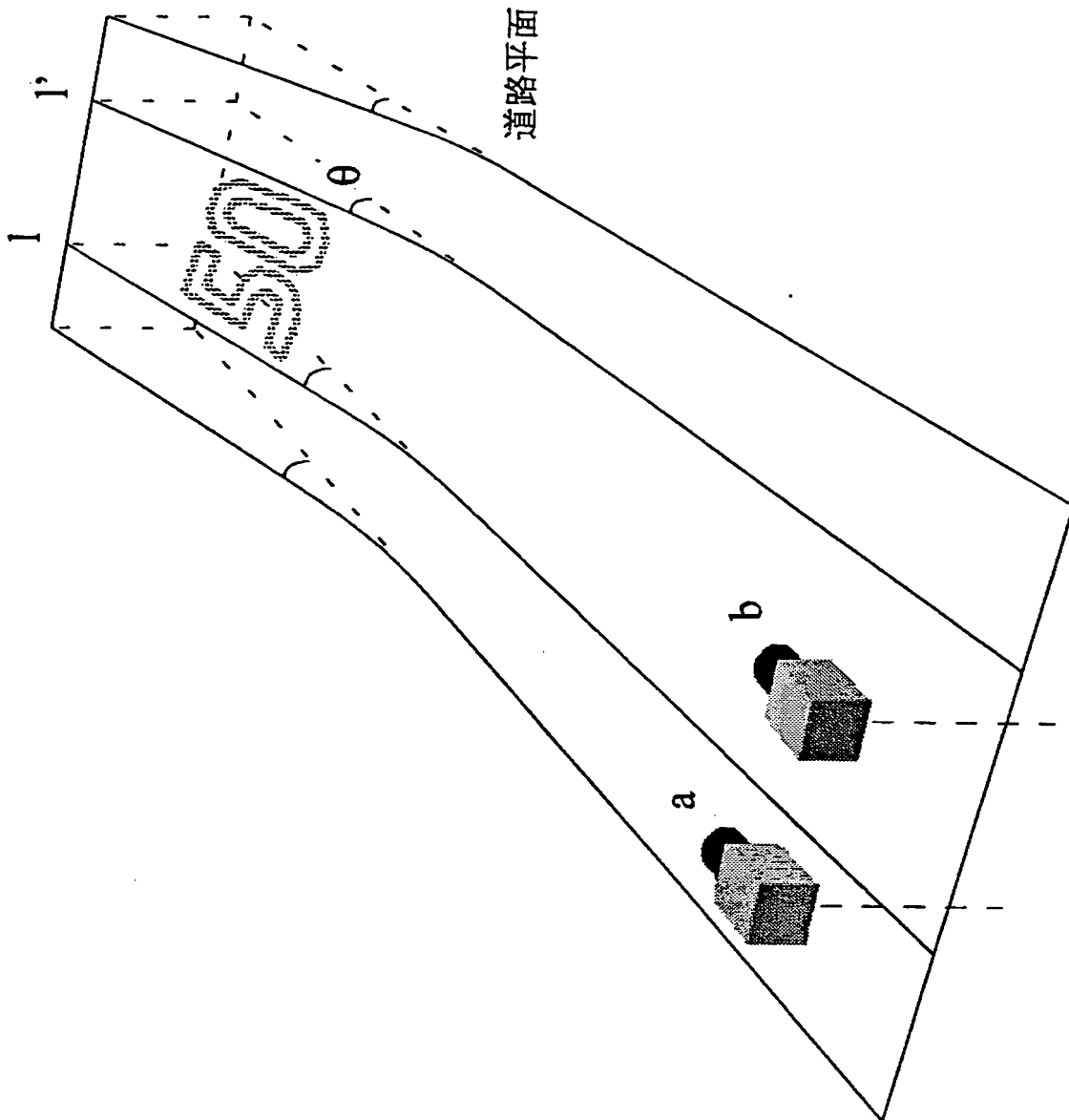
【図7】



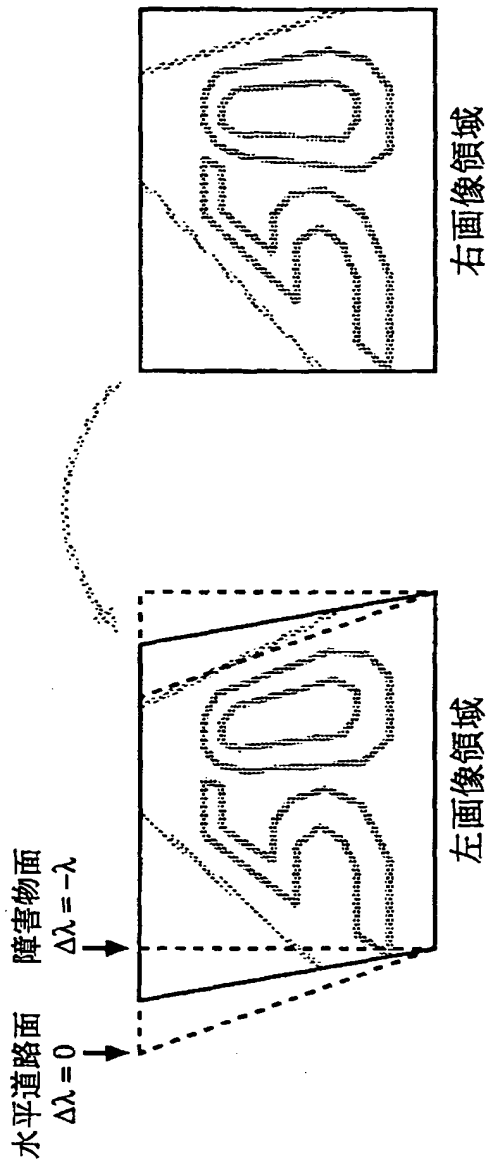
【図 8】



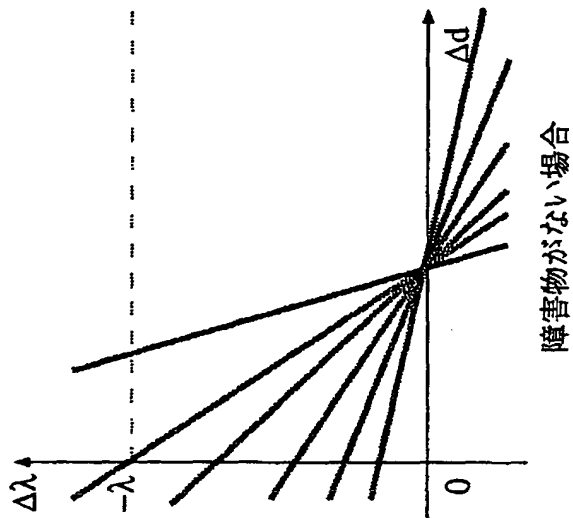
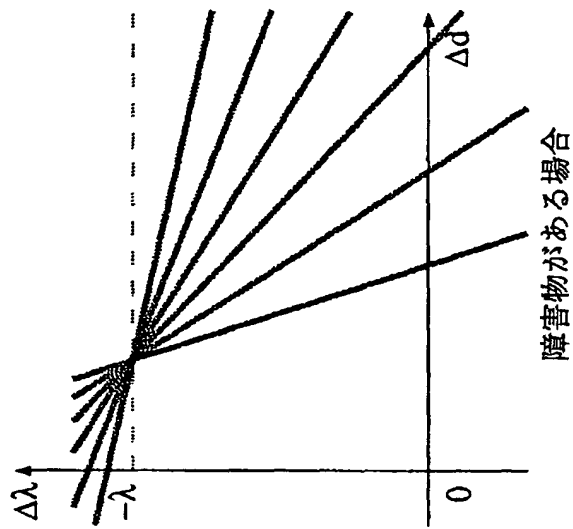
【図9】



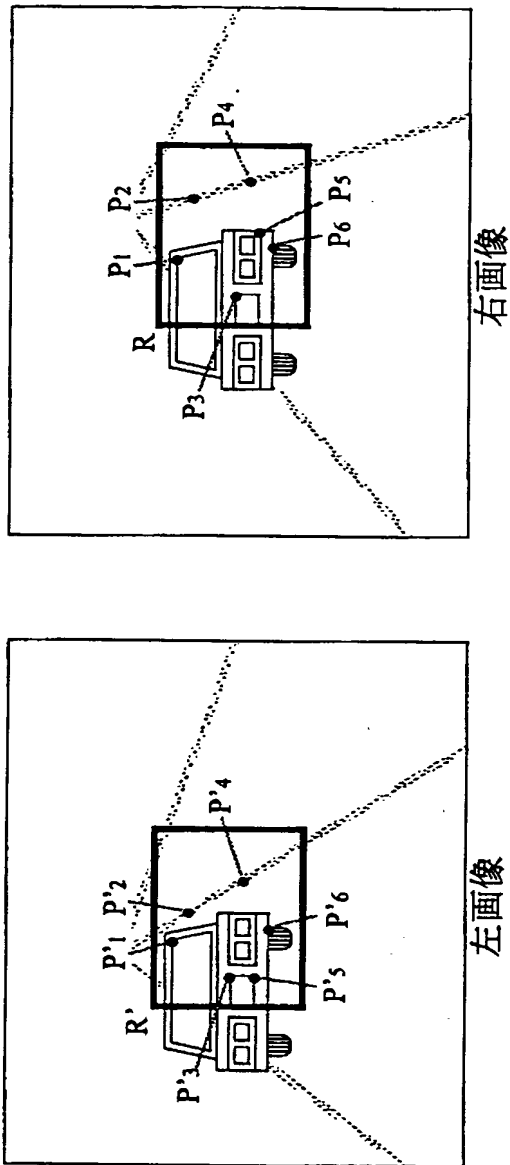
【図10】



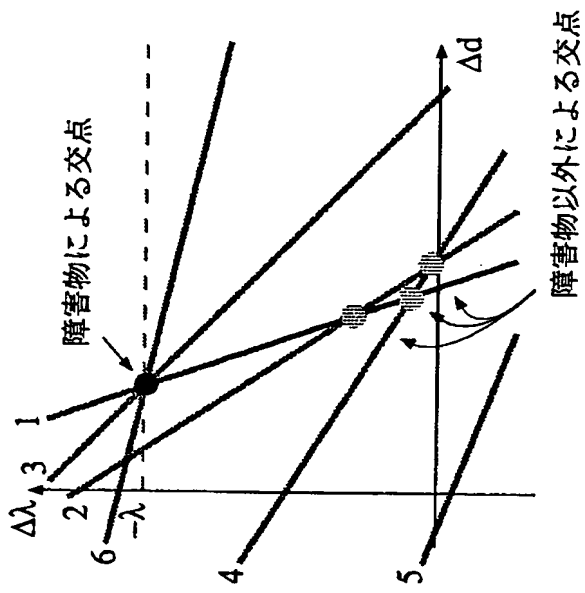
【図 11】



【図 13】



【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 自動車の安全運転支援や自動走行を実現したり、道路の車両通行数の計数や車両の走行状態を監視するための技術であって、車両に搭載あるいは道路上方に設置された複数のカメラを用い、カメラの振動や道路の傾斜の変化等のため道路平面と各カメラとの相対的な位置や姿勢の関係が刻々と変化する場合には、カメラ前方の走行車両、駐車車両、歩行者等、道路上に存在する障害物を、車両走行上の障害とならない路面上の白線や標識、ペイント、汚れ、路側物の影といったテクスチャから区別して検出する。

【解決手段】 障害物検出装置 1 0 は、前記複数の撮像装置 1 0 1 から画像が入力する画像入力部 1 1 と、前記入力した左右の画像間において、対応点の組を複数求める対応検出部 1 2 と、前記求めた複数の対応点の組を含む面の斜度を算出する斜度算出部 1 3 と、前記算出された面の斜度が所定値よりも大きいときに障害物が存在すると判定する結果判定部 1 4 とからなる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名 株式会社東芝